بحث عن

تعيين سمك الشرائح الرقيقة المحضرة بالتبخير بواسطة هدب التداخل الضوئي المتعدد عند الانعكاس

مقدم من الطالبة

خديجة محمد خير الحلفاوى

تحت اشراف

الدكتورة سميرة مختار

للعام الدراسى

١٤٠٢ ـ ١٤٠٣ هـ

٥٨٣

جامعة أم القرى / مكة المكرمة
مكتبة المكتبات
قسم المخطوطات
UMM AL-QURA UNIVERSITY

بسم الله الرحمن الرحيم

الشـــــــكر

أقـدم شـــكرى لسعادة الدكتور رئيس قســـم الفيزيـــاء

وســـعادة الدكتورة نائبـــة رئيس قسم الفيزيـاء كما أقـدم

شـــكرى الى الدكتورة ســـميرة عبد اللـه مختـــار لاشـرافهـا

علـــى البحـث .

الفهـــــرس

المحتـــــويات

	الصفحة
١ــ المقدمـــة	١
٢ــ اعـتبارات عامـة	٣
٣ــ ١ توزيع الشدة الضوئية فى هدب التداخل الضوئى المتعـدد	٤
٣ــ٢ اسـتنتاج العلاقة التى تعطى توزيع الشـدة الضوئية فى هدب التداخل المتعدد عند الانعكاس	٤
٤ــ نظرية استخدام طريقة التداخل الضوئى المتعدد لتعيين سمك الشرائح الرقيقة	٨
٥ــ طريقة تبخير وتحضير الشرائح المعدنية الرقيقـة.	١٠
٦ــ الجهاز الضوئى والطريقة العملية المستخدمة فـى قياس سـمك الشريحة المرسبة بواسـطة هـدب فيزو للتداخل الضوئى المتعدد عند الانعكاس.	١٢
٧ــ النتـــائج	١٤
٨ــ المراجـــع	١٦

المقدمـــــة :

لقد أصبحت دراسة الشرائح الرقيقة للمعادن وأشباه الموصلات والعوازل تحتل مكانة بارزة فى النصف الأخير من هذا القرن . فلقد نتج عـــن الاستخدام المتزايد للنظم الالكترونية البالغة التعقيد أن أصبحـــت الحاجة ماسة الى تطوير الميكروـ الكترونات التى تستخدم فيها الشـرائح الرقيقة (Thin film microelectronics)

وكذلك الدوائر الالكترونية المتكاملة (Integrated circuits)

وتقتضى هذه الطرق الحديثة فى بناء الدوائر ترسيب طبقات عديدة علـــى مسطحات ضوئية (Substrate) لتعمل كمقاومات ومكثفات وترانزيستورات . ويتم ترسيب الشرائح فى اجهزة تفريغ تحت ضغط منخفض يتراوح من $١٠^{-٥}$ تور الى $١٠^{-٩}$ تور .

ويعتبر تحديد سمك الطبقات المرسبة من أهم العوامل التى تحدد أداء هذه المكونات ولذلك كان من الضرورى ايجاد طريقة دقيقة لقياسه . وقـد أثبتت البحوث الحديثة أن الطرق الضوئية باستخدام التداخل الضوئـــى المتعدد Multiple beam interferometry يعتبر وسيلة على درجـة عالية من الدقة فى قياس سمك هذه الشرائح .

وبعد أن ثبت أن الطرق الضوئية فى قياس الأطوال تؤدى الى نتائـــج عالية الدقة وذلك باستخدام اجهزة التداخل الضوئى قرر المؤتمر العـــام للمقاييس والموازين عام ١٩٢٧ باستخدام هذه الطريقة فى تحقيق المتر وفى عام ١٩٦٠ اتفق دوليا على أن تعرف وحدة قياس الأطوال (المتر) على أنهـــا

الطول المساوى لطول ٧٣و٧٦٣ ١٦٥٠ موجة فى الفراغ من موجات الشعاع الناتج عن التذبذب الالكترونى بين مدارين محددين فى ذرة الكريبتون ٨٦ وبهذه الطريقة اصبح من الممكن قياس وحدة الأطوال بدقة تصل الى 10^{-8} من المتر .

ومثل هذه الدقة العالية مطلوبة كذلك فى تحديد درجة الدقة فى تشطيب السطوح (Surface finish) ولا سيما للأغراض المصنعة والمطلوب استخدامها فى الصناعات ذات الدقة العالية . وكذلك فى معايرة قدود القياس (gauge blocks) التى تستخدم فى معايرة اجهزة قياس الأطوال بمختلف انواعها وأشكالها ودقتها .

والدراسة الحالية تتناول شرح تكنيك عملى لقياس سمك شرائح رقيقة من الفضة مرسبة على مسطحات ضوئية Optical flats من الزجاج . .

اعتبارات عامة :

تعتمد الطرق الضوئية فى قياس الأطوال على عاملين أساسيين هما خصائص الشريحة المرسبة وخصائص المسطح المرسب عليه الشريحة (Substrate) . ولذلك فالطريقة الضوئية الواجب استخدامها للقياس تعتمد على خصائص الشريحة مثل درجة الصلابة ودرجة التجانس ودرجة الشفافية ودرجة عكسها للأشعة، وتعتمد كذلك على خصائص المسطح مثل درجة صقله وخواصه الضوئية ودرجة استوائه ، كما تعتمد على درجة الدقة المطلوب قياس السمك بها .

وحيث أن السمك المراد قياسه عادة مايكون مقاربا للطول الموجى للضوء المستخدم وأقل منه فقد وجد أن هناك العديد من ظواهر التداخل الضوئى التى يمكن استخدامها لقياس سمك الشرائح الرقيقة . ولعل من اكثر هذه الطرق شيوعا هما طريقتى التداخل الضوئى الثنائى والمتعدد

Two and multiple beam interference

وفى حالة التداخل الضوئى الثنائى يكون توزيع الشدة الضوئية طبقا لقانون مربع جيب التمام $\cos^2$ law طبقا للمعادلة

$$I = 4 A^2 \cos^2 \frac{\delta}{2}$$

وفيها يكون اتساع هدب التداخل المضيئة والمظلمة متساويان كما فى شكل (١) .

وفى هذا البحث قد قمنا باستخدام طريقة التداخل الضوئى المتعدد عند الانعكاس Multiple beam interference fringes at reflection

لقياس سمك شريحتين من الفضة المرسبتين على سطح ضوئى مستوى ومتوازى Optical flat substrate وهذه الطريقة دقيقة جدا من سمك ٤٠ أنجستروم الى ٥٠٠٠ أنجستروم أى من ٠٠٤ر٠ ميكرومتر الى ٥ر٠ ميكرومتر .

شکل (۱)

٣ـ١ توزيع الشدة الضوئية فى هدب التداخل الضوئى المتعدد :

يتميز هدب التداخل الضوئى المتعدد بنوعين لتوزيع الشدة الضوئيـــة
Intensity distribution

أ ـ نظام التداخل الضوئى المتعدد عند الانعكاس:
Multiple beam reflected system

يتميز بوجود خطوط حادة مظلمة على خلفية مضيئة كما فى شكل (٢) ٠

ب ـ نظام التداخل الضوئى المتعدد عند النفاذ :
Multiple beam transmitted system

يتميز بوجود خطوط حادة مضيئة على خلفية مظلمة كما فى شكل (٣)

٣ـ٢ استنتاج العلاقة التى تعطى توزيع الشدة الضوئية فى هدب التداخـــل المتعدد عند الانعكاس :ـ

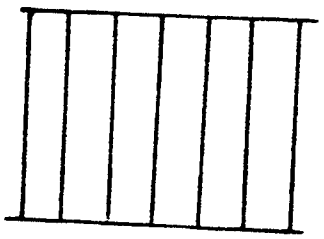
نفرض أن A ، B يمثلان مسطحين ضوئيين متوازيين مغطيان بطبقـة من الفضة ذات انعكاس مختلف وبينهما طبقة من الهواء سمكها (t) كمـا فى شكل (٤) ٠

بالنسبة للطبقة الأولى:

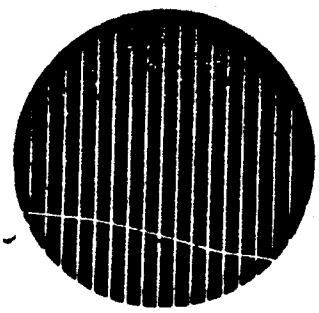
يكون الانعكاس بين (زجاج ـ معدن) و (هواء ـ معدن) r_2^2 , r_1^2 والنفاذية هى T_1^2 على الترتيب٠ ويكون التغير الطورى عند الانعكاس (زجاج ـ معدن) ، (هواء ـ معدن) وكذلك التغير الطورى عند النفاذ هى β_1 ، β_2 ، γ_1 على الترتيب٠

بالنسبة للطبقة الثانية :

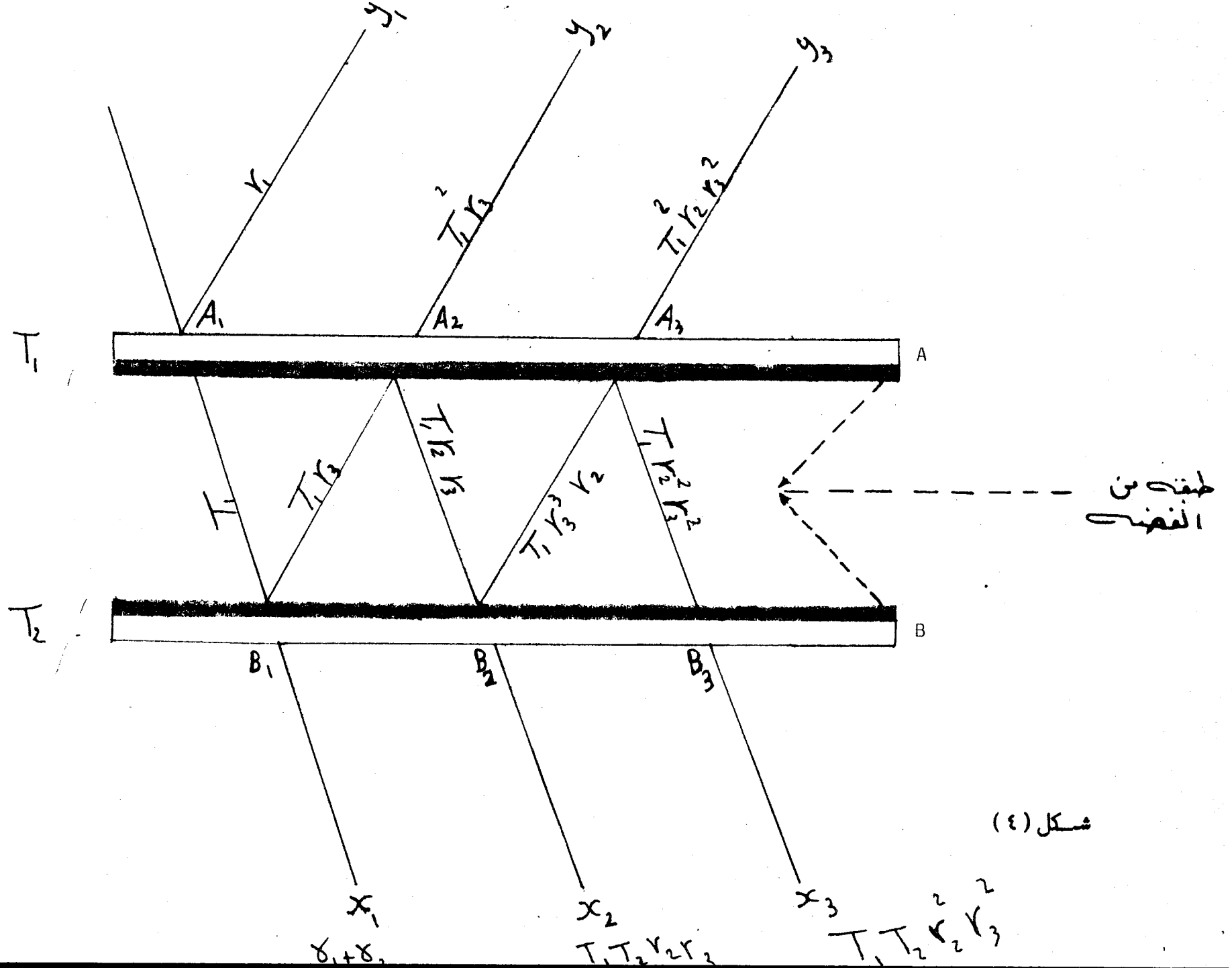
يكون الانعكاس بين (هواء ـ معدن) هو r_3^2 والتغير الطورى عنـد الانعكاس (هواء ـ معدن) هو β_3 وكذلك التغير الطورى عند النفاذ هو γ_2



شكل (٢)



شكل (٢)


y_1
y_2
y_3
r_1
$T_1^2 r_2$
$T_1^2 r_2 r_3^2$
A_1
A_2
A_3
T_1
A
T_1
$T_1 r_3$
$T_1 r_2 r_3$
$T_1 r_3^3 r_2$
$T_1 r_2^2 r_3^2$
طبقة من الفضة
T_2
B
B_1
B_2
B_3
x_1
$r_1 + r_2$
x_2
$T_1 T_2 r_2 r_3$
x_3
$T_1 T_2 r_2^2 r_3^2$

شكل (٤)

اذ يكون مقدار الفرق فى المسار بين أى شعاعين متتاليين مساويا $2t\cos\theta$

كما أن الفرق فى الطور بين أى شعاعين متتاليين يعطى بالمعادلة :

$$\Delta = \frac{2\pi}{\lambda}(2t\cos\theta) + \beta_2 + \beta_3$$

$$= \delta + \beta_3 + \beta_2$$

ويعبر عن الموجات المنعكسة

$$r_1 e^{i(\omega t + \beta_1)} , T_1^2 r_3 e^{i(\omega t + 2\gamma_1 + \beta_3 + \delta)} ;$$

أما محصلة الموجات المنعكسة فيعبر عنها

$$R_R = r_1 e^{i(\omega t + \beta_1)} + T_1^2 r_3 e^{i(\omega t + 2\gamma_1 + \beta_3 + \delta)}$$

$$+ T_1^2 r_2 r_3^2 e^{i(\omega t + 2\gamma_1 + \beta_2 + 2\delta + 2\beta_3)}$$

بوضع $F = 2\gamma_1 - \beta_1 - \beta_2$

$$R_R = e^{i(\omega t + \beta_1)}\left(r_1 + T_1^2 r_3 e^{i(F+\Delta)}(1 + r_2 r_3 e^{i\Delta} + r_2^2 e^{2i\Delta} r_3^2 + \ldots)\right)$$

$$= e^{i(\omega t + \beta_1)}\left[r_1 + T_1^2 r_3 e^{i(F+\Delta)} \frac{1}{1 + r_2 r_3 e^{i\Delta}}\right]$$

$$= e^{i(\omega t + \beta_1)}\left[r_1 + T_1^2 r_3 \frac{e^{i(F+\Delta)} - r_2 r_3 e^{iF}}{1 - 2r_2 r_3 \cos\Delta + r_2^2 r_3^2}\right]$$

$$= e^{i(\omega t + \beta_1)}\left[r_1 + T_1^2 r_3 \frac{\cos(F+\Delta) - r_2 r_3 \cos F + i\sin(F+\Delta) - r_2 r_3 \sin F}{1 - 2r_2 r_3 \cos\Delta + r_2^2 r_3^2}\right]$$

$$R_R = A_R e^{i(wt+\beta_1)}$$

$$I_R = (A_R)^2$$

$$I_R = \left[r_1 + \tau_1^2 r_3 \frac{\cos(F+\Delta) - r_2 r_3 \cos F}{1-2r_2 r_3 \cos\Delta + r_2^2 r_3^2}\right]^2 + \left[\tau_1^2 r_3 \frac{\sin(F+\Delta) - r_2 r_3 \sin F}{1-2r_2 r_3 \cos\Delta + r_2^2 r_3^2}\right]$$

$$= r_1^2 + 2\tau_1^2 r_1 r_3 \frac{\cos(F+\Delta) - r_2 r_3 \cos F}{1-2r_2 r_3 \cos\Delta + r_2^2 r_3^2} + \tau_1^4 r_3^2 \frac{1 + r_2^2 r_3^2 - 2r_2 r_3 \cos\Delta}{(1-2r_2 r_3 \cos\Delta + r_2^2 r_3^2)}$$

$$= r_1^2 + 2\tau_1^2 r_1 r_3 \frac{\cos(F+\Delta) - r_2 r_3 \cos F}{1-2r_2 r_3 \cos\Delta + r_2^2 r_3^2} + \frac{\tau_1^4 r_3^2}{1-2r_2 r_3 \cos\Delta + r_2^2 r_3^2}$$

$F = (2m+1)\pi$ عندما تكـــــون

$$I_R = r_1^2 + \frac{\tau_1^4 r_3^2 - 2\tau_1^2 r_1 r_3 \cos\Delta + 2\tau_1^2 r_2 r_3^2 r_1}{1 - 2 r_2 r_3 \cos\Delta + r_2^2 r_3^2}$$

فيحالـــة $\Delta = 2n\pi$

$$I_R = r_1^2 + \frac{\tau_1^4 r_3^2 - 2\tau_1^2 r_1 r_3 + 2\tau_1^2 r_1 r_2 r_3^2}{(1 - r_2 r_3)^2}$$

$$I_R = r_1^2 - \frac{2\tau_1^2 r_3 (1 - r_2 r_3) r_1}{(1 - r_2 r_3)^2} + \frac{\tau_1^4 r_3^2}{(1 - r_2 r_3)^2}$$

$$= \left(r_1 - \frac{\tau_1^2 r_3}{1 - r_2 r_3}\right)^2 \qquad I_{min} \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

$\Delta = (2n+1)\pi$ عندمـــا

$$I_R = r_1^2 + \frac{T_1^4 r_3^2 + 2T_1^2 r_3 r_1 + 2T_1^4 r_1 r_2 r_3^2}{(1+ r_2 r_3)^2}$$

$$= r_1^2 + \frac{2T_1^2 r_1 r_3(1+r_2 r_3)}{(1 + r_2 r_3)^2} + \frac{T_1^4 r_3^2}{(1+ r_2 r_3)^2}$$

$$= \left(r_1 + \frac{T_1^2 r_3}{1+ r_2 r_3} \right)^2 \qquad I_{max} \qquad \ldots\ldots\ldots (2)$$

هذه الحالة هى لخطوط معتمة منتظمة على خلفية مضيئة كما فى شكل (٢)

وفى هذه الحالة تعطى I_{max} ، I_{min} بمعادلة (١) ، (٢) وهى:

$$I_{R(min)} = \left(r_1 - \frac{T_1 r_3}{1- r_2 r_3}\right)^2$$

for $= (2n + 1)$

$$I_{R(max)} = \left(r_1 + \frac{T^2 r_3}{1+ r_2 r_3}\right)^2$$

٤ــ نظرية استخدام طرق التداخل الضوئى المتعدد لتعيين سمك الشرائح الرقيقـــــة ٠

يرجع الفضل فى تطوير واستخدام نظام فيزو للتداخل الضوئى المتعدد عند الانعكاس فى قياس سمك الشرائح الرقيقة الى العالم الانجليزى تولنسكى عام ١٩٤٨ ٠ شكل (٥) يوضح نظرية هذه الطريقة ٠

نفرض أن الشريحة (A) المراد قياس سمكها مرسبة على سطح زجاجى (B) ٠ فلو اننا حجبنا بدقة جزء من سطح الزجاج بواسطة شريحة رقيقة من الميكا فان المعدن المتبخر يغطى جزء من المسطح الزجاجى (A) تاركا الجزء الذى حجبته شريحة الميكا عاريا ٠ بعد ذلك نرسب طبقة اخرى (C) على السطح كله (A ــ C) ٠ وبذلك تتكون سلمه (step) عند المنطقة المرسب عليها الطبقة (A) وفوقها الطبقة (C) حيث أن النصف الثانى من المسطح (B) عليه طبقة واحدة هى (C) ويكون ارتفاع السلمه مساويا لسمك الطبقة (A) ٠

نأتى بمسطح زجاجى آخر (D) ونرسب عليه طبقة من الفضة (E) ذات انعكاس مناسب (R = 70 %)

ثم يوضع المسطحين فوق بعضهما كما هو موضح فى شكل (٥) وبذلك يكون مقياس التداخل Interferometer ويضاء باستخدام ضوء متوازى وأحادى اللون (لمبة الزئبق) فنحصل على هدب فيزو للتداخل المتعدد عندئذ ستبين الهدب المتكونة بين السطحين (E ، C) مقدار ارتفاع السلمه الناتجة

عن الطبقة المرسبة (A) والمراد تعيين سمكها ·

وفى هذا النظام تقوم الطبقة المعتمة (C) بدور كبير فعندما تكون لها قدرة انعكاس كبيرة مناسبة فاننا نحصل على هدب دقيقة · وشرط الحصول على تداخل بالانعكاس هو

$$n\lambda = 2t + (\beta_E\lambda + \beta_C\lambda) \quad \ldots\ldots (1)$$

$$(n + \Delta n) = 2(t + \Delta t) + (\beta_E\lambda + \beta_{C+A}\lambda) \ldots (2)$$

حيث β_E ، β_C ، β_{C+A} هى فرق المسار نتيجة للتغير الطورى عند الانعكاس من الطبقات المعدنية C و E ، (C + A) على الترتيب

(Δn) هو مقدار الازاحة معبرا عنه كجزء من مقدار الانفصال بين الهدب·

وبطرح معادلة ١ من معادلة ٢ نحصل على أن

$$\Delta n\lambda = 2\Delta t + (\beta_{C+A} - \beta_C)$$

ويمكن اعتبار أن مقدار الحد الأخير يساوى صفر عندما تكون الطبقة (C) معتمة ولها الثوابت الضوئية للمعادن المميكة عندئذ

$$\Delta n\lambda = 2\Delta t$$

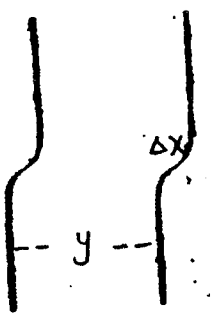
$$\Delta t = \Delta n \frac{\lambda}{2}$$

حيث λ هو الطول الموجى للضوء المستخدم ، $\Delta n = \frac{\Delta x}{y}$

حيث Δn هو مقدار الازاحة المكافئ لـ Δx ، y انظر شكل (٦)

Δx مقدار ازاحة الهدب، y هى المسافة بين كل هدبين متجاورين ،

Δt هو سمك الشريحة المرسبة المطلوب معرفتها ·



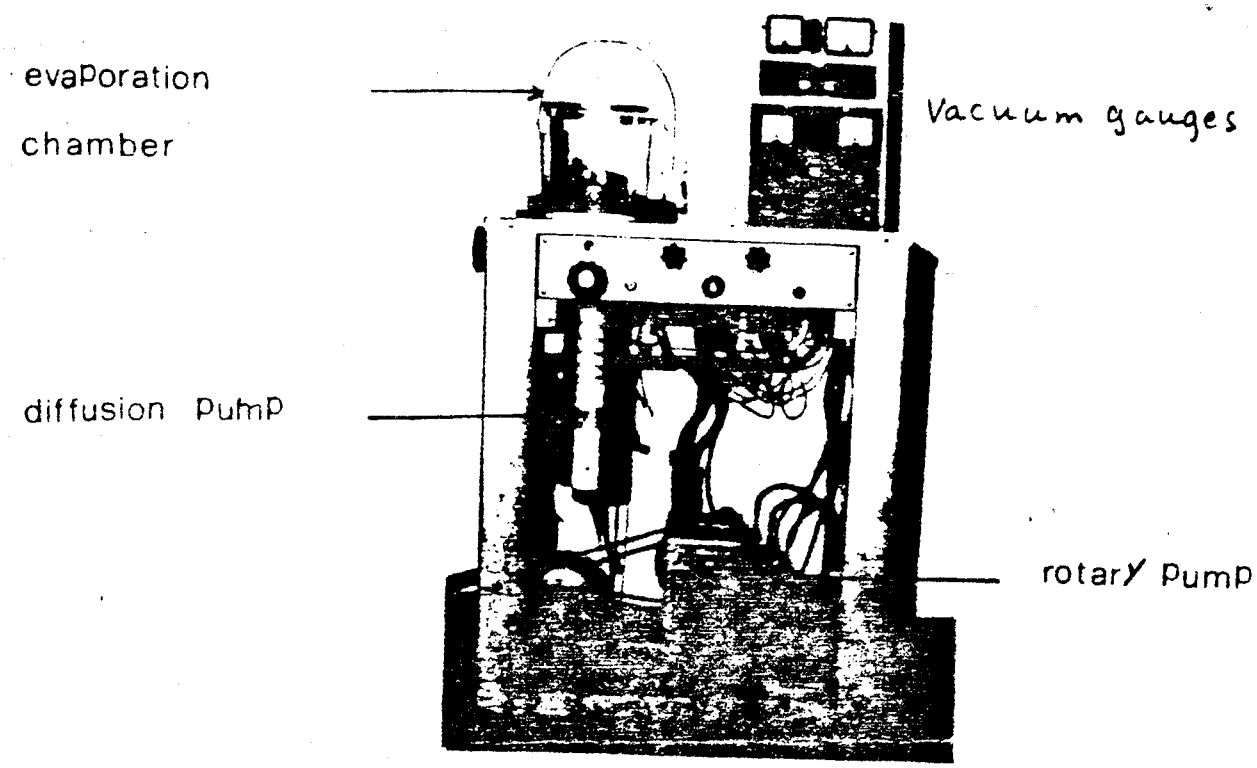
شكل (٦)

٥ــ طريقة تبخير وتحضير الشرائح المعدنية الرقيقة :

يتكون الجهاز المستخدم فى تبخير المعادن المستخدمة فى تحضير الشرائح الرقيقة Evaporation plant من جهاز تفريغ شكل (٧) مؤلف من مضخة انتشار ومضخة اخرى ميكانيكية متصلتين ببعضهما عن طريق صمامات وأنابيب توصيل ويقومان بتفريغ غرفة زجاجية يتم فيها تبخير المعدن وترسيبه على المسطحات الزجاجية كما فى شكل (٥) . وتعتمد درجة انتظام سمك الشرائح المرسبة على مدى ارتفاع هذه الغرفة فكلما زاد الارتفاع كلما زاد انتظام سمك الشريحة .

ويتم تبخير المعدن عن طريق وضعه فى بودقة خاصة من مادة الملبدتم أو التنجستن يمر فيها تيار كهربى مناسب يكفى لتسخين المعدن الى درجة تسمح بتبخيره تحت درجة تفريغ حوالى $١٠^{-٦}$ تور . وفوق البودقة يوضع المسطح الضوئى المراد ترسيب المعدن المتبخر فوقه بحيث يكون عموديا على اتجاه المعدن المتبخر ويثبت فى مكانه بواسطة ماسك خاص . وفى التجارب الحالية كان المسطح المستخدم عبارة عن مسطح ضوئى متوازى ومستوى Plane parallel optical flat

وقبل البدء فى عملية التبخير نفرغ الغرفة الزجاجية أولا باستخدام المضخة الميكانيكية حتى يصل التفريغ الى $١٠^{-٢}$ تور كما يبين مقياس التفريغ (بيرانى) ثم نفرغ بعد ذلك بواسطة مضخة الانتشار حتى $١٠^{-٦}$ تور كما يبين مقياس (بنسنج) . وبعد أن يصل التفريغ الى اقصاه تسخن الفتيلة المصنوعة


evaPoration
chamber
Vacuum gauges
diffusion PumP
rotarY Pump

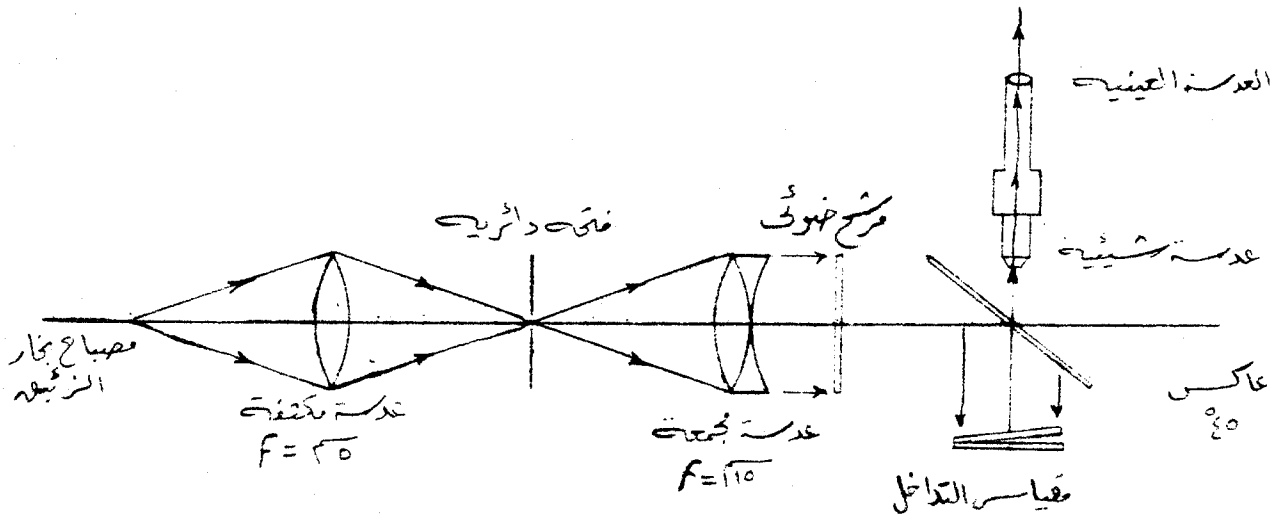
شكل (٧)

من التنجستن بامرار تيار كهربي مناسب فنقوم بدورها بتسخين البودقة المحتوية على معدن الفضة المراد تبخيره . ويتكثف المعدن المتبخر فوق سطح المسطح الضوئى الذى سبق تنظيفه جيدا .

٦ــ الجهاز الضوئى : الطريقة العملية المستخدمة فى قياس سمك الشريحة المرسبة بواسطة هدب فيزو للتداخل الضوئى المتعدد عند الانعكاس .

يبين شكل (٨) الجهاز الضوئى المستخدم فى تكوين هدب فيزو عند الانعكاس وستكون الجهاز من مصدر للضوء وهو مصباح بخار الزئبق (A) , (B) عدسة مكثفة بعدها البؤرى ٥سم تكون صورة صغيرة للمصدر على فتحة دائرية (C) ، (D) عدسة مجمعة بعدها البؤرى ١٠سم وتضبط الفتحة الدائرية على المستوى البؤرى للعدسة فنحصل على اشعة متوازية (E) مرشح ضوئى بحيث يسمح للخط الأخضر ذو الطول الموجى ٥٤٦١ أنجستروم بالمرور خلاله . (F) عبارة عن لوح من الزجاج يصنع زاوية ٤٥° ويقوم بعمل عاكس F' هو ميكروسكوب متحرك . وأما مقياس التداخل الضوئى Interferometer فهو يتكون من المسطحين الضوئيين المبينين فى شكل (٥) بحيث يوضعان ملاصقان لبعضهما أى طبقتين الفضة فى كل منهما تتلامسان والمسطح العلوى مرسب عليه طبقة من الفضة E درجة انعكاسها حوالى 70% وهى تستخدم كمسطح ضوئى مرجعى وأما المسطح السفلى فمرسب عليه الطبقة المراد تعيين سمكها بحيث تشغل نصف مساحة المسطح فقط بينما يحجب النصف الآخر بواسطة طبقة رقيقة من الميكا ثم يرسب بعد ذلك طبقة سميكة ومنتظمة من الفضة على المسطح الضوئى كله .

عند سقوط الاشعة المتوازية على مقياس التداخل بواسطة العاكس يضبط المقياس بدقة شديدة حتى نحصل على هدب متعامدة على طرف السلمة



الجهاز الضوئي لتكوين هدب التداخل الضوئي
المتعدد لفيزو عند الإنعكاس

شكل (٨)

ويراعى أن تكون المسافة بين الهدب (y) كبيرة حيث نعلم أن المسافة بين أى هدبتين متجاورتين تساوى $\frac{\lambda}{2}$ لانه كلما زادت y كلما زادت درجة الدقة فى القياس . فتتكون هدب التداخل بين طبقتى الفضة C, E هذه الهدب يمكن رؤيتها بوضوح بواسطة العينية للميكروسكوب. شكل (٧) يبين هدب فيزو للتداخل الضوئى المتعدد عند الانعكاس وهى تعطى سمك طبقة الفضة المرسبة بالطريقة التى سبق شرحها .

٧- النتائج :

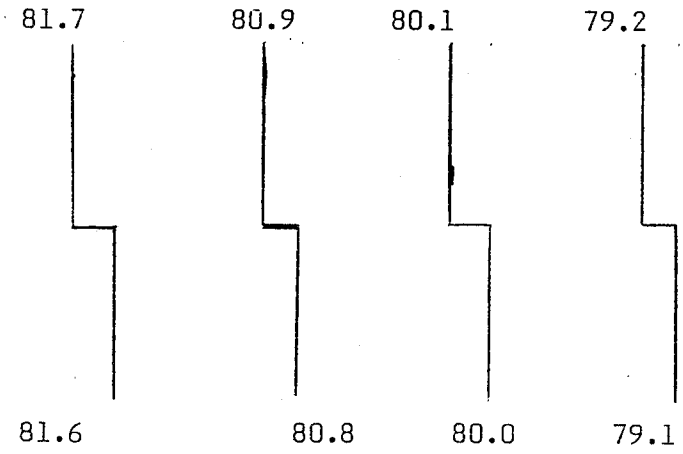
Travelling microscope reading	distance between two consecutive fringes y	travelling microscope reading	Shift x	$n=\frac{x}{y}$	film thickness Δt in um
81.7-80.9	0.8	81.7-81.6	0.1	0.125	3.41×10^{-2}
80.9-80.1	0.8	80.9-80.8	0.1	0.125	3.4×10^{-2}
80.1-79.2	0.8	80.1-80.0	0.1	0.125	3.4×10^{-2}
79.2=78.4	0.8	79.2-79.1	0.1	0.125	3.4×10^{-2}

جدول (١) : لتعيين سمك الشريحة للعينة الأولى

80.9-80.1	0.8	81.2-80.4	0.3	0.375	10.23×10^{-2}
80.1-79.3	0.8	80.4-80.1	0.3	0.375	10.23×10^{-2}
79.3-78.5	0.8	79.6-79.3	0.3	0.375	10.23×10^{-2}
78.5-77.7	0.8	78.8-78.5	0.3	0.375	10.23×10^{-2}

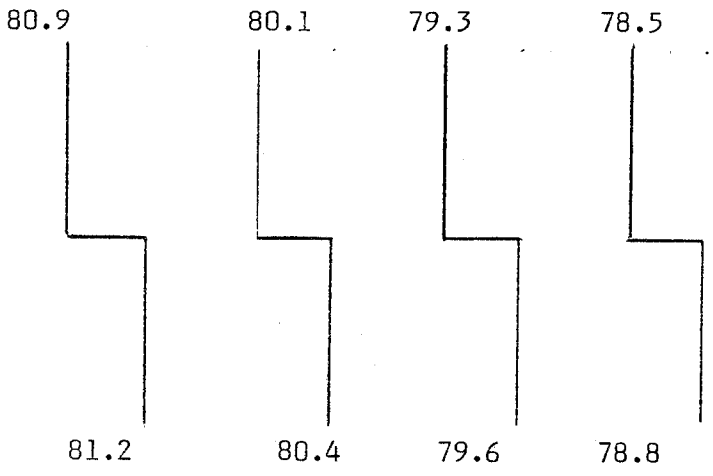
جدول (٢) : لتعيين سمك الشريحة للعينة الثانية

يبين شكل (٩م) قراءات الميكروسكوب المتحرك Travelling microscope على هدب التداخل الناتجة عن العينة الأولى والمسافة ℓ في هذا الشكل هي المسافة بين كل هدبتين متجاورتين من هدب التداخل والمسافة Δx هي مقدار الازاحة في هدب التداخل الناتجة عن وجود الشعر التي سبق ذكرها في شكل (٥) وفي ص ٨ وباستخدام هذه القراءات في المعادلة (١) $\Delta t = \Delta n \frac{\lambda}{2}$



شـكل (١٠٩)

قراءات الميكروسكوب المتحرك فى حالة العينة الأولى



شـكل (٩ . ب)

قراءات الميكروسكوب المتحرك فى حالة البيئة الثانية

يمكن حساب Δt وهو سمك الشريحة المعدنية (فضة) المرسبة ويمكن حساب $\Delta n = \frac{\Delta x}{y}$ (2) .

λ هي الطول الموجي للخط الطيفي الأخضر للمصدر الضوئي المستخدم وهو مصباح الزئبق $\lambda = 5461\ A^{o} = 0.5461\ um$

وفي جدول (١) تعطى قراءات الميكروسكوب للعينة الأولى ومنها امكن حساب قيم y كما في الصف الثاني من الجدول وكذلك قيم Δx كما في الصف الرابع ومن معادلة (٢) امكن حساب قيم Δn كما في الصف الخامس .

وباستخدام معادلة (١) والطول الموجي للخط الطيفي الاخضر لمصباح الزئبق امكن حساب سمك الشريحة (Δt) وهو معطى في الصف السادس من الجدول .

وفي شكل (٨ ون) قراءات الميكروسكوب المتحرك للعينة الثانية وباستخدام نفس الطريقة امكن حساب سمك الشريحة Δt كما في جدول (٢) .

ويلاحظ في هذه الجداول أن القراءات المعطاة لسمك الشريحة متطابقة تماما وذلك يرجع الى أن الدقة التي امكن قياس هدب التداخل بها بواسطة الميكروسكوب المتحرك المتاح في المعمل لاتتعدى ١و٠م بينما المفروض في مثل هذه القياسات أن تصل دقة الميكروسكوب المتحرك الى ٠٠١و٠ من المليمتر كما في جهاز مقارن آبي وغيره من الاجهزة المخصصة لهذه الأغراض . ذلك الى جانب أن هدب التداخل المتكونة بالانترفيرومتر منتظمة جدا وحادة الخطوط مما يجعل احتمال حدوث خطأ ناتج عن عدم انتظامها غير وارد في مثل هذه الدرجة من دقة القياس .

References: العراجـــــع :

1- Tolansky, S. (1948), Multiple-Beam Interferometry of Surface and Films, (Oxford Clerendom Press).

2- Tolansky, S. (1955), Introduction to Interferometry.